

УДК 597.5:591.4

БАТИМЕТРИЧЕСКОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЯПОНСКОГО ВОЛОСОЗУБА *ARCTOSCOPIUS JAPONICUS* (STEINDACHNER, 1881) (TRICHODONTIDAE) В ЗАЛИВЕ ПЕТРА ВЕЛИКОГО (ЯПОНСКОЕ МОРЕ) И ЗАМЕЧАНИЯ ПО ЕГО БИОЛОГИИ

© 2021 г. В. В. Панченко¹, *, Д. В. Антоненко²

¹Национальный научный центр морской биологии им. А.В. Жирмунского ДВО РАН, Владивосток 690041, Россия

²Тихоокеанский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ТИНРО), Владивосток 690091, Россия

*e-mail: vlad-panch@yandex.ru

Поступила в редакцию 25.09.2020 г.

После доработки 12.10.2020 г.

Принята к публикации 01.04.2021 г.

В зал. Петра Великого японский волосозуб *Arctoscopus japonicus* в апреле–октябре встречается в придонных слоях воды на глубине от 1.5 до 550 м при температуре от –0.2 до 16.5°C, однако его распределение в течение этого периода изменяется. Завершив пелагический этап развития, молодь (FL от 3.5 см) переходит к донному образу жизни и в июле отходит от берега. Летом молодь обитает на глубине около 25–55 м, осенью распространяется по шельфу. Характерное для юга ареала созревание части рыб на первом году жизни не отмечено. Основная масса рыб старших возрастов в теплое время года придерживается батиметрического диапазона 40–60 м и прилегающих глубин. Осенью перед подходом к побережью на нерест производители опускаются глубже, проникая в нижнюю часть шельфа и на материковый склон.

Ключевые слова: *Arctoscopus japonicus*, нерест, сеголетки, залив Петра Великого, Японское море, распределение, размерный состав, температура

DOI: 10.31857/S0134347521060103

Японский волосозуб *Arctoscopus japonicus* – элиторальный широкобореальный преимущественно приазиатский вид, распространенный у восточного материкового и островного побережья Тихого океана от берегов Японии и Кореи на юге до зал. Акутан и Алеутских островов на севере, а у западного побережья на юго-востоке Аляски (Линдберг, Красюкова, 1969; Fishes of Japan..., 2002; Mecklenburg et al., 2002; Новиков и др., 2002; Черешнев, Назаркин, 2002; Федоров и др., 2003; Черешнев и др., 2003; Фадеев, 2005; Nelson, 2006; Соколовский и др., 2007; Парин и др., 2014). В водах Японии и Кореи японский волосозуб служит объектом промысла, поэтому во многих публикациях освещаются аспекты его биологии в этих регионах (Окйама, 1970, 1990; Myoung et al., 1989; Sakuramoto et al., 1997; Watanabe et al., 2004, 2005; Lee et al., 2006; Yang et al., 2008, 2009; Lee et al., 2009; An et al., 2011; Komoto et al., 2011; Yang et al., 2012, 2013; Отчет об оценке состояния запасов..., 2020).

Сведения о распределении и биологии *A. japonicus* в российских водах фрагментарны (Минева, 1955; Ширманкина, 1996; Черешнев, Назаркин,

2002; Черешнев и др., 2003; Фадеев, 2005). Наиболее подробно этот вид исследован отечественными ихтиологами в северо-западной части Японского моря. В водах северного Приморья (44°40'–47°20' с.ш. материкового побережья) распределение и некоторые аспекты биологии *A. japonicus* целенаправленно изучали на основе проведенных в прибрежной зоне сетных и неводных ловов (Колпаков, 1999, 2004). На расположенном южнее участке в зал. Петра Великого исследован ранний онтогенез японского волосозуба, а также отмечены особенности распределения и биологии вида на более поздних этапах развития (Соколовская, Епур, 2001). Дополнительные данные представлены при описании ихтиофауны районов Японского моря (Новиков и др., 2002; Соколовский и др., 2009). Подробный анализ распределительного диапозона обитания вида, ни в одном из районов не проводили.

Цель настоящей работы – на основании имеющихся в нашем распоряжении данных траловых ловов, включающих практически весь батиметрический диапазон обитания *A. japonicus* в зал.

Петра Великого, проследить сезонные закономерности распределения японского волосозуба на разных этапах жизненного цикла и выявить обусловленность распределения этого вида абиотическими и биотическими факторами.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В основу работы положены данные проведенных на судах ТИНРО в апреле–октябре 2004–2016 гг. донных траловых съемок и контрольных тралений на юге материковой акватории российских вод Японского моря в зал. Петра Великого: от устья реки Туманная (42°17' с.ш., 130°41' в.д.) до м. Поворотный (42°40' с.ш., 133°02' в.д.). Работы вели в диапазоне глубин 5–735 м на мягких грунтах в светлое время суток тралами ДТ/ТВ с длиной верхней подборы 23.2 м (горизонтальное раскрытие 13 м) и 27.1 м (горизонтальное раскрытие 16 м) с селективной вставкой в кутце 10 × 10 мм. Часть тралений на глубинах 5–20 м и все траления в прибрежной зоне на глубинах 2–5 м выполнены донным тралом с длиной верхней подборы 14.6 м (горизонтальное раскрытие 6 м) и модифицированным в ТИНРО бим-тралом также с использованием мелкочечной дели 10 × 10 мм. По результатам 2049 тралений проведен анализ улова, в ходе 861 траления при помощи гидрологического зонда SBE19plus измерена придонная температура воды.

Для получения сравнимых результатов при использовании тралов разных конструкций уловы *Arctoscopus japonicus* пересчитывали на плотность по формуле: $P = B/S$, где P – плотность, экз./км²; B – улов, экз.; S – площадь траления, км². Коэффициенты уловистости рыб при пересчете на плотность не вводили. Частоту встречаемости определяли как процентное отношение числа результатов тралений к общему их числу в определенном батиметрическом интервале.

При массовых промерах длину рыб (FL) измеряли с точностью до 1 см; при промере молоди минимальную и максимальную длину измеряли с точностью до 1 мм. Промерено 4446 экз. *A. japonicus*. Для биологического анализа использовали 50 экз. рыб, пойманных во второй декаде октября 2010 г. на глубинах свыше 200 м, измерения проводили с точностью 1 мм.

РЕЗУЛЬТАТЫ

За время проведения работ в зал. Петра Великого встречены особи *Arctoscopus japonicus FL* от 3.5 до 24 см. В первой декаде июля в уловах трала выделялась группа мелкоразмерной молоди, длина которой варьировала от 3.5 до 4.0 см, к концу месяца максимальный размер рыб этой группы составлял 6.2 см (рис. 1). В следующей размерной группе длина рыб в июле составляла 9 см и более.

Очевидно, что к этой группе принадлежали рыбы старшего возраста. Размерный состав этих двух групп в течение долгого времени не перекрывался. В октябре минимальные и максимальные размерные показатели молоди увеличились соответственно до 5.6 и 8.5 см. В апреле после зимовки длина молоди варьировала от 7.1 до 10.5 см (рис. 1). В последующие месяцы разрыв в размерном составе между молодью и старшими рыбами нивелировался.

Распределение мелкоразмерной молоди *A. japonicus* отличалось от такового рыб старших возрастов. В июле молодь встречалась в уловах трала на глубине от 26 до 60 м, наибольшие концентрации отмечены в основном на глубине 28–54 м. Удельная численность и частота встречаемости молоди на глубине 20–40 м оказались выше, чем на глубине 40–60 м (табл. 1). В августе молодь по-прежнему встречалась лишь в диапазонах глубин 20–40 и 40–60 м. Абсолютные значения глубин обитания в августе составили 23–50 м, а частота встречаемости молоди на глубине 40–60 м в отличие от таковой в июле, несмотря на низкую среднюю плотность рыб, оказалась больше, чем на глубине 20–40 м (табл. 1).

В сентябре молодь распространилась глубже, проникая за 80-метровую изобату. Основные ее скопления по-прежнему формировались на глубине 20–40 м, однако на глубине 40–60 м и особенно 60–80 м частота встречаемости рыб оказалась выше (табл. 1). В октябре с прогрессирующим выхолаживанием вод молодь распространилась не только в глубоководную часть, но и в прибрежную зону, и была отмечена на глубине от 11 до 106 м. Плотность молоди на глубине 10–20 м оказалась довольно высокой за счет одного улова у 20-метровой изобаты, однако частота встречаемости здесь не превысила 4% (табл. 1). Значительные уловы молоди зарегистрированы вблизи 80-метровой изобаты. В результате высокая удельная численность отмечена в диапазонах глубин 60–80 и 80–100 м. В последнем наибольшей была и частота встречаемости молоди. На глубине 40–60 м показатели встречаемости были близки, однако зафиксированная плотность молоди была наименьшей; в двух из девяти тралений, проведенных здесь в октябре, молодь *A. japonicus* присутствовала как единичные особи (табл. 1).

В ходе немногочисленных тралений, проведенных в апреле, группу молоди после зимовки наблюдали выше 100-метровой изобаты, глубже встречались лишь старшие рыбы. В этом месяце *A. japonicus* отмечали на глубине от 40 до 151 м, а также на глубине 481 м (табл. 1). Наибольший улов зафиксирован на глубине 55 м среди молоди. Во многом благодаря этому улову показатель плотности в диапазоне глубин 40–60 м оказался наиболее высоким, однако частота встречаемости

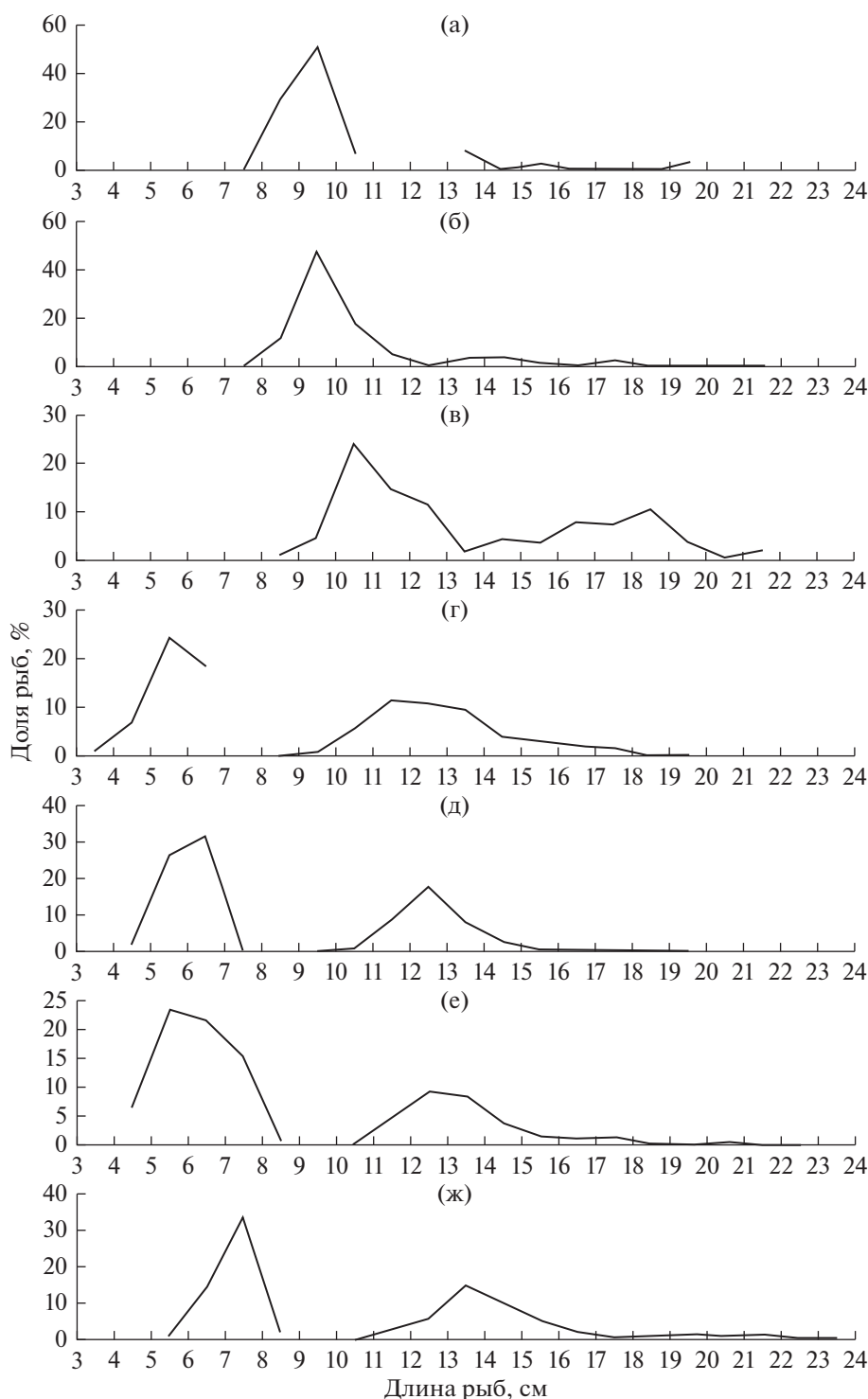


Рис. 1. Размерный состав уловов *Arctoscopus japonicus* в заливе Петра Великого в апреле (а), мае (б), июне (в), июле (г), августе (д), сентябре (е) и октябре (ж).

рыб была выше на глубинах 100–150 м среди старших особей.

В последующие месяцы разрыв в размерном составе между молодью, появившейся в уловах прошлым летом, и старшими рыбами постепенно

нивелировался. Выровнялось и распределение по глубинам, хотя и просматривалось несколько большее тяготение рыб небольшого размера к минимальным глубинам, а крупных — к максимальным. В мае минимальная глубина, на которой

Таблица 1. Плотность (P , экз./км²) и частота встречаемости (ч.в., %) *Arctoscopus japonicus*, его молоди и рыб старших возрастных групп в зал. Петра Великого в апреле—октябре

Глубина, м	Апрель		Май		Июнь		Июль		Август		Сентябрь		Октябрь	
	P	все рыбы, ч.в.	P	все рыбы, ч.в.	P	все рыбы, ч.в.	P	молодь, ч.в.	P	старшие рыбы, ч.в.	P	молодь, ч.в.	P	старшие рыбы, ч.в.
2-5	—	—	0	225	12.5	8	0	0	0	0	0	0	0	0
5-10	—	—	4	318	18.2	22	0	0	0	0	0	0	0	0
10-20	—	—	10	77	8.9	56	0	5	0	0	0	0	0	0
20-40	16	7.7	62	584	45.5	11	3123	20.9	165	34.9	43	3508	11.5	1189
40-60	121	25.0	30	1497	90.0	10	1165	13.9	3296	63.9	36	67	12.9	286
60-80	9	12.5	43	151	91.7	12	0	0	45	37.5	48	273	18.8	445
80-100	5	14.3	7	7	17.9	28	0	0	32	6.3	16	2	4.8	14
100-150	20	33.3	6	14	32.0	25	0	0	0	0	14	0	0	35
150-200	7	20.0	5	7	13.0	23	0	0	0	0	11	0	0	29
200-250	0	0	5	13	12.5	24	0	0	9	14.3	14	0	0	84
250-300	0	0	1	8	20.0	10	0	0	15	40.0	5	0	0	40
300-400	0	0	6	2	5.7	35	0	0	0	0	12	0	0	0
400-500	7	16.7	6	0	0	5	0	0	0	0	10	0	0	—
500-735	0	0	7	0	0	5	0	0	0	0	11	0	0	—

Примечание: “—” — траления не проводили.

встречались особи *A. japonicus*, составляла 12 м, а максимальная — 360 м; *FL* рыб, пойманных на этих глубинах, составляла соответственно 9–11 и 18 см. Однако на глубине 335 м была поймана особь длиной 11 см. В июне при тралениях на глубине 5–10 м в основном в водорослевом поясе были найдены лишь экземпляры длиной 9–13 см. Длина особи, пойманной в нижней части шельфа на глубине 183 м, также составила 10 см, хотя на глубине 240 м (самая глубоководная поимка в этот период) отмечена среднеразмерная особь длиной 16 см.

В мае наибольшие концентрации *A. japonicus* были приурочены к глубине 20–40 м, заметные скопления отмечены на глубине 10–20 м. Частота встречаемости японского волосозуба на глубине 40–60 м оказалась больше, чем на глубине 10–20 м. В июне скопления формировались на глубине 20–40 м и особенно на глубине 40–60 м, хотя встречаемость оказалась наибольшей на глубине 60–80 м (табл. 1).

К июлю *A. japonicus* покидал интенсивно прогреваемое мелководье. В отличие от мелкоразмерной молодежи, старших особей отмечали в более широком батиметрическом диапазоне, хотя они и придерживались больших глубин (табл. 1). Единичные рыбы старших возрастов были отмечены в июле уже на глубине 16–20 м, а максимальная глубина обнаружения составила 267 м. Наиболее заселенным старшими рыбами оставался диапазон 40–60 м, где уловы повысились, вероятно, за счет рыб из мелководной зоны.

Характер распределения рыб старшей возрастной группы в августе мало изменился, однако они откочевали из мелководной зоны на глубину до 29 м. Глубины обитания старших рыб остались практически неизменными и в сентябре (табл. 1), хотя плотность рыб в глубоководной зоне (свыше 100 м) несколько повысилась, а предпочитаемые глубины стали меньше — около 30–40 м.

В октябре особи *A. japonicus* старшей возрастной группы распространились как в сторону мелководья, так и в глубоководную зону (табл. 1) и встречались в широком диапазоне от 11 до 550 м. Наибольшие уловы этой группы рыб были характерны для глубин 60–80 м, но стабильнее старшие особи присутствовали в уловах на глубине 140–340 м.

Согласно результатам биологического анализа, проведенного во второй декаде октября, среди особей *A. japonicus* размером от 13.8 до 23.7 см, пойманных в глубоководной зоне (свыше 200 м, максимальная глубина поимки 550 м), соотношение полов было близко 1 : 1. У самцов и самок степень зрелости гонад приближалась к IV стадии, у некоторых особей гонады находились на переходной стадии — от IV к V (нерестовой). Для самцов IV стадия зрелости гонад характеризуется

окончанием сперматогенеза, а для самок — присутствием ооцитов, закончивших трофоплазматический рост и готовых к вымету в предстоящем нересте (Сакун, Буцкая, 1968).

В июле и августе — в первые два месяца появления в уловах донных тралов мелкоразмерной молодежи *A. japonicus*, температурный фон их обнаружения мало различался и варьировал от 8.4 до 15.9°C, хотя на предпочитаемых в это время молодью глубинах зафиксированы и гораздо меньшие значения температуры — от 2.7°C. Наибольшие усредненные показатели плотности молодежи соответствовали температурным диапазонам 12–14 и 8–10°C. К температуре 8–10°C была приурочена и наибольшая частота ее встречаемости (рис. 2а). В сентябре минимальная температура, при которой встречались мелкоразмерные особи, снизилась до 1.7°C. Во время сентябрьских тралений, в уловах которых молодежь присутствовала в большом количестве на относительно малых глубинах 20–40 м, температуру не измеряли, как и в период октябрьских тралений.

В апреле *A. japonicus* встречался при температуре от –0.2 до 0.7°C. Наибольший улов выполнен при отрицательной температуре воды, он был представлен мелкими особями. В мае и июне *A. japonicus* встречался при температуре от 0.5 до 6.1°C, но относительно высокие уловы отмечены при температуре выше 3.5°C. В наиболее теплые месяцы в июле и сентябре температурный диапазон для особей старших возрастных групп составил 0.7–16.5°C, т.е. был гораздо шире, чем для мелкоразмерной молодежи. Наибольшие концентрации рыб старшего возраста были отмечены в температурном диапазоне 3.6–15°C. Наивысшие усредненные показатели их плотности зарегистрированы при температуре 5–12°C, а частота встречаемости оставалась значительной и при меньших значениях температуры (рис. 2б). В сентябре на фоне начинающегося общего выхолаживания вод понизилась и максимальная температура, при которой встречались особи старшего возраста. Температурный градиент их обитания составил 0.9–12.7°C. В октябре в глубоководной зоне, в которой измеряли температуру (свыше 200 м, включая и максимальную по глубине поимку на глубине 550 м), температура обнаружения старших рыб варьировала от 0.6 до 2°C.

ОБСУЖДЕНИЕ

В япономорских водах за пределами российской побережья известны две популяции *Arcoscopus japonicus* (Okiyama, 1970; Sakuramoto et al., 1997; Отчет об оценке состояния запасов..., 2020) или две единицы запаса (Watanabe et al., 2004, 2005) — “северная” и “западная”, которые различаются, в частности, местами нереста. Размножение “северной” популяции проходит у побережья

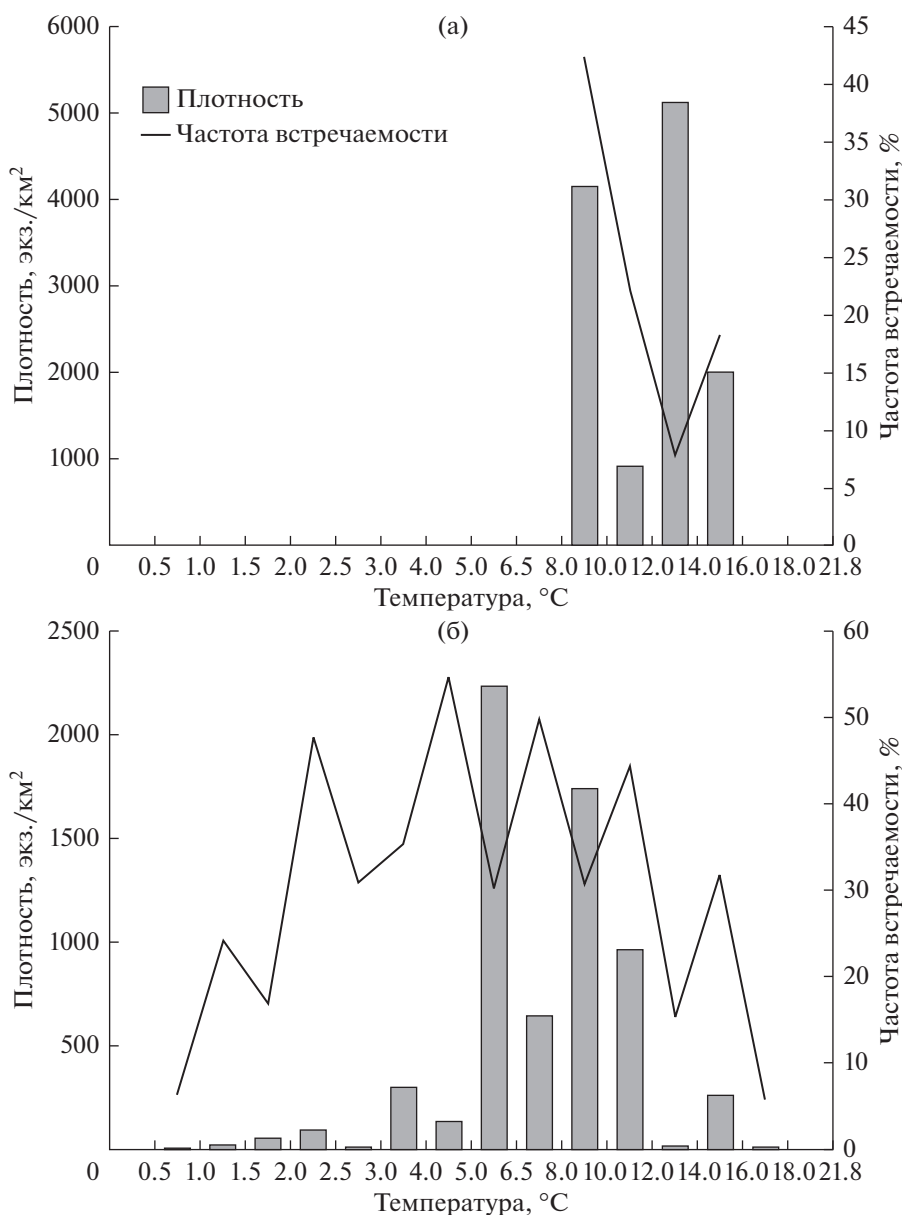


Рис. 2. Плотность и частота встречаемости молоди (а) и старших рыб (б) *Arctoscopus japonicus* относительно придонной температуры в июле–августе.

северной части о-ва Хонсю, а “западной” — у Южной Кореи. Граница, разделяющая две популяции, находится в центральной части о-ва Хонсю у п-ва Ното.

В российской зоне Японского моря описан *A. japonicus*, нагуливающийся и нерестящийся на севере Приморского края в районе, прилегающем к мысу Золотой (Колпаков, 1999, 2004). Согласно полученным нами данным, на юге Приморья в водах зал. Петра Великого также происходят нагул и, как известно из литературных источников (Соколовская, Епур, 2001), нерест этого вида. Нельзя исключить возможность того, что рыбы

данного вида, обитающие в североприморских водах и в зал. Петра Великого, принадлежат к разным популяциям, как это показано, например, для хорошо изученного промыслового вида тихоокеанской сельди *Clupea pallasii* (Амброз, 1931; Калчугин, Вдовин, 2000).

Японский волосозуб *A. japonicus* — фитофил, откладывающий икру в зарослях водной растительности прибрежной зоны. Выклев личинок в зал. Петра Великого проходит в апреле–мае (Соколовская, Епур, 2001), а в водах северного Приморья — в эти же месяцы, но в массе несколько позже (Колпаков, 2004). В холодной северной ча-

сти ареала в районе Тауйской губы (Охотское море) личинки появляются лишь в летний период (Черешнев, Назаркин, 2002; Черешнев и др., 2003). В водах Японии и Южной Кореи начало выклева случается раньше — в марте (Okuyama, 1990; Yang et al., 2013) или даже в конце февраля при температуре от 7.3°C (Komoto et al., 2011). Сходные феновые значения (от 8.2°C) при лове личинок в зал. Петра Великого были ранее отмечены лишь в мае (Соколовская, Епур, 2001).

Мелкоразмерные особи *A. japonicus* длиной 3.5–4.0 см зарегистрированы нами в тралениях на акватории зал. Петра Великого в первой декаде июля. В зал. Петра Великого после весеннего выклева переход сеголеток *A. japonicus* к придонному существованию происходит при длине *SL* 3.2 см (*FL* около 3.5 см) не ранее середины июня (Соколовская, Епур, 2001). Сеголетки перестают встречаться в планктонных ловах, но не сразу покидают прибрежную зону. Следовательно, мелкоразмерная молодь, которая появляется в июле в уловах трала, это отошедшие от берега особи текущего года рождения (сеголетки). В водах северного Приморья переход мальков к донному образу жизни осуществляется позже, к концу июля, но длина особей, переходящих к донному образу жизни, идентична отмеченной для *A. japonicus* из зал. Петра Великого (Колпаков, 2004).

На юге ареала в водах Республики Корея, где *A. japonicus* проходит пелагическую личиночную стадию в более ранний сезон, отдельные мальки проникают в придонные слои воды за 10-метровую изобату уже в мае. В июне на глубинах менее 10 м они уже не встречаются, так как сосредоточены на глубине 10–50 м (Yang et al., 2013). В зал. Петра Великого это происходит не раньше июля. Примечательно, что в июле в начальный период появления сеголеток в траловых ловах мы отмечали их лишь на глубине от 26 до 60 м, хотя завершившие метаморфоз и отходящие из зоны прибрежной растительности мальки должны наблюдаться и ближе к берегу. Отсутствие мелкоразмерных особей в уловах на глубине менее 26 м может быть связано с тем, что переход из прибрежья происходит в ночное время, не охваченное съемкой. Не исключено также, что сеголетки отходят от берега в пелагическом варианте. В расположенном севернее районе Приморского края ювенильных особей *A. japonicus* отмечали над глубинами 20–40 м на расстоянии одной мили от берега, где они в массе собирались на свет сайровой лампы (Колпаков, 1999).

В связи с более ранним выклевом неудивительно, что размер сеголеток в идентичные календарные даты в японских и южнокорейских водах больше, чем у рыб из зал. Петра Великого. В августе, когда в этом районе исследования минимальный размер сеголеток составлял 4.1 см, а

максимальный 7.4 см, у берегов Кореи минимальный размер сеголеток различался незначительно (4.2 см), а максимальный превышал 9 см (Yang et al., 2013). В популяции, нерестящейся у берегов Японии, уже к концу мая у части мальков длина тела превышала 3 см (Komoto et al., 2011), т.е. и здесь рост молоди опережал рост рыб в зал. Петра Великого. В более суровых условиях северного Приморья в июле длина сеголеток варьировала от 2.5 до 3.8–4.0 см (Колпаков, 2004), тогда как в зал. Петра Великого в это время она составляла 3.5–6.2 см (рис. 1). Это может быть следствием как более низкого темпа роста рыб в водах северного Приморья, так и более позднего, чем в зал. Петра Великого, времени выклева личинок.

У побережья Республики Корея годовые приросты *A. japonicus* заметно выше, чем на севере Приморья, что также способствует достижению больших размеров. По результатам анализа в южнокорейских водах возраст самок длиной более 25 см составлял 5 лет, а самцов длиной более 20 см — 4 года (Yang et al., 2008). В водах северного Приморья даже при несколько меньшей длине рыб в выборке (самки до 24 см, самцы менее 20 см) возраст составлял до 7 лет у самок и 5+ лет у самцов (Колпаков, 1999, 2004). Следует заметить, что образование годовых колец у этого вида происходит в нерестовый период, т.е. в северном Приморье — в октябре, а в Южной Корее на два месяца позже — в декабре. Но даже с учетом указанной разницы тенденция более быстрого роста *A. japonicus* на юге ареала очевидна.

Более быстрый рост рыб на юге происходит несмотря на раннее наступление половой зрелости и, соответственно, появлением дополнительных энергозатрат на генеративный рост. В япономорских водах о-ва Хонсю и Южной Кореи некоторые самцы созревают в возрасте одного года, остальные, как и самки, в возрасте двух лет (Отчет об оценке состояния запасов..., 2020). В водах северного Приморья не отмечены особи, созревающие в первый год жизни. Лишь на второй год основная масса самцов и некоторое количество самок включаются в репродуктивную часть популяции, принимая участие в нересте. Остальные становятся половозрелыми на третий год жизни (Колпаков, 1999, 2004). Заметим, что в северной части ареала в районе Тауйской губы Охотского моря массовое созревание *A. japonicus* также происходит в возрасте 2+ (Черешнев и др., 2003).

Согласно полученным нами данным, в течение всего периода наблюдений, включая преднерестовый осенний период, сеголетки держались обособленно от рыб старших возрастов. Мелкоразмерные рыбы не отмечены и при проведении биоанализа производителей. По данным, опубликованным ранее (Соколовская, Епур, 2001), в зал.

Петра Великого в преднерестовый осенний период среди производителей также не отмечено хорошо разделяющихся по размерам особей первого года жизни. Следовательно, несмотря на то, что в зал. Петра Великого особи *A. japonicus* на первом году жизни более крупные, чем в водах северного Приморья, возраст их созревания ближе к возрасту созревания особей из северного, а не из южного района.

Обращает на себя внимание значительное снижение плотности сеголеток *A. japonicus* в августе по сравнению с июлем и следующее затем нелогичное возрастание в сентябре (табл. 1). Объясняется это тем, что сроки наших работ из года в год варьировали и на август пришлось меньше, чем в смежные месяцы, данных лет с высокой урожайностью его поколений. Помимо же локальных межгодовых изменений урожайности поколений *A. japonicus* подвержен долгопериодичным флюктуациям численности (Okuyama, 1990; Sakuramoto et al., 1997; Watanabe et al., 2005; Lee et al., 2009; Yang et al., 2012). В начале 1960-х годов в водах зал. Петра Великого этот вид в летний нагульный период образовывал мощные промысловые скопления, успешно облавливаемые рыбаками (Фадеев, 2005). В 1980–1990-х гг. запасы японского волосозуба в заливе находились на низком уровне, он даже не относился к видам, встречающимся в каждой траловой съемке (Измятинский, 2001; Вдовин и др., 2004). В 2000-х годах, несмотря на локальные межгодовые колебания, тенденцию роста численности *A. japonicus*, временами значительную, мы регистрировали при каждой съемке залива. Любопытно, что подобные по срокам колебания отмечены и для обитающей у берегов Японии “северной” популяции. Высокий запас и, соответственно, вылов японского волосозуба наблюдались здесь в 1970-е годы, однако с начала 1980-х до конца 1990-х годов вид находился в депрессии, затем произошел некоторый подъем численности, хотя она и не достигла уровня 1970-х годов (Отчет об оценке состояния запасов..., 2020). Тенденции изменения запасов обитающей южнее так называемой западной популяции заметно отличаются.

Во время работ в 2004–2016 гг. в водах зал. Петра Великого мы отмечали особей *A. japonicus* длиной до 24 см. Ранее здесь обнаруживали рыб этого вида длиной до 28–30 см (Соколовская, Епур, 2001; Соколовский и др., 2009). Возможно, наибольшие размеры характерны для *A. japonicus* в периоды спада численности. По архивным данным, во время съемки, проводившейся в заливе в 1989 г., когда вид находился в депрессивном состоянии, было встречено лишь 13 рыб, но длина двух из них составляла 26 и 28 см, а масса — соответственно 140 и 160 г.

Существует мнение, что изменение уровня запаса *A. japonicus* связано с изменениями температуры, происходящими в глубинных водах (Yang et al., 2012). В таком случае одинаковые тенденции в динамике численности *A. japonicus* в зал. Петра Великого и в водах центральной Японии можно объяснить сходством динамики процессов, идущих в глубинных водах этих районов.

Как в летний, так и в осенний периоды сеголетки концентрируются на меньших глубинах, чем рыбы старших возрастных групп. В апреле после зимовки также отмечено отдельное обитание молоди, что позволяет предположить, что и в зимний период молодь обитает обособлено от старших особей.

Обращает на себя внимание отсутствие в апреле скоплений *A. japonicus* глубже 100-метровой изобаты (табл. 1), где в это время встречались лишь представители группы старших рыб. Одной из причин малых уловов могут быть особенности поведения рыб. Обитая в придонных слоях воды, *A. japonicus* способен, используя стратегию хищника—засадника или избегая хищников, почти полностью зарываться в грунт (Новиков и др., 2002; Nelson, 2006; An et al., 2011; Yang et al., 2013) или, напротив, смещаться в пелагиаль (Иванов, Беляев, 1988). Не исключено, что в апреле данные особенности поведения рыбы используют шире, чем в последующие месяцы.

В апреле неисследованными оказались глубины до 22 м (табл. 1), в связи с чем батиметрический диапазон обитания *A. japonicus*, возможно, был охвачен не в полной мере. По данным Н.В. Колпакова (1999), в северном Приморье с апреля по конец мая и молодь японского волосозуба, и взрослые особи держатся в прибрежье на небольших (особенно в ночное время) глубинах. В зал. Петра Великого молодь *A. japonicus* также отмечена в мае—июне в уловах малькового невода и драги в зоне растительного пояса на глубинах 1.5–5.0 м (Соколовская, Епур, 2001). Исходя из этого, можно предположить, что присутствие *A. japonicus* в заливе на небольших глубинах характерно и для апреля.

После нагула в теплые летние месяцы с началом охлаждения вод в сентябре часть рыб смещается на меньшие глубины, что обусловлено снижением температуры воды до более комфортных для вида значений. Начинаясь в это время отход старших рыб в глубоководную зону связан с концентрацией здесь созревающих производителей. Т.Г. Соколовская и И.В. Епур (2001) со ссылкой на неопубликованные данные траловых ловов сотрудника ТИНРО Н.П. Новикова сообщали о появлении в сентябре 1998 г. на глубине 105–120 м особей *A. japonicus* (в основном самцов) длиной 12–14 см с половыми продуктами на IV стадии зрелости. Из этого же источника из-

вестно, что в зал. Петра Великого в октябре 1959 г. на глубине 250–280 м наблюдали особей длиной 16–28 см (пол не указывается) с гонадами на IV–V стадии зрелости. В октябре на глубине свыше 200 м нам также встречались производители обоих полов, гонады которых имели такую же степень зрелости. Максимальная глубина, до которой в это время мы встречали откочевавших рыб, составила 550 м. Такая глубина обитания считается для вида максимальной (Федоров и др., 2003; Парин и др., 2014).

В сентябре–октябре в зал. Петра Великого происходит смещение производителей в сторону материкового склона, несмотря на следующий затем обратный переход на нерест к побережью. Сроки размножения *A. japonicus* в разных районах различаются. В водах Японии в “северной” популяции нерестовый период приходится в основном на конец ноября и декабрь (Okiyama, 1990; Watanabe et al., 2004; Отчет об оценке состояния запасов..., 2020). У побережья Южной Кореи нерест сдвинут на более поздние сроки – декабрь–январь (Myoung et al., 1989; Lee et al., 2006; Yang et al., 2008, 2009; An et al., 2011). В расположенных севернее водах Приморья рыбы нерестятся раньше – в конце сентября–октябре (Колпаков, 1999), как и в охотоморских водах о-ва Сахалин и в зал. Терпения, где начало нереста отмечено в третьей декаде сентября (Ширманкина, 1996). Далее на север в районе Тауйской губы размножение происходит в середине сентября (Черешнев и др., 2003). Определяющим фактором начала икрометания, вероятно, является температура воды. В южных водах нерест начинается при температуре ниже 10°C (Yang et al., 2009), в северном Приморье нерест протекает при температуре 4–8°C (Колпаков, 1999). В прибрежье зал. Петра Великого температура, указываемая в качестве пригодной для нереста в водах северного Приморья, наблюдается к ноябрю, а ниже 10°C обычно опускается во второй половине октября (Панченко, 2002). Очевидно, что нерест *A. japonicus* в зал. Петра Великого должен проходить позже, чем в более суровых температурных условиях северного Приморья, и несколько раньше, чем в интенсивно прогреваемых водах Японии и Южной Кореи. Предполагается, что в заливе икрометание японского волосозуба проходит в ноябре–декабре (Соколовская, Епур, 2001).

Поскольку на юге Японского моря нерест *A. japonicus* проходит позже, чем на севере, а выклев, напротив, начинается раньше, инкубационный период на севере гораздо больше. Однако, несмотря на укороченный на юге ареала инкубационный период, количество градусо-дней, проходящих с момента откладки икры до вылупления личинок, в южных и северных районах оказывается сходным за счет разницы температуры (Колпаков, 2004).

В октябре рыбы старших возрастных групп обитали в средней части шельфа и в глубоководной зоне, однако отдельные некрупные особи этой группы встречались и на мелководье от 11 м. Это могли быть как несозревшие на втором году жизни и продолжавшие нагуливаться особи, так и рыбы, начинавшие подходы к нерестовым участкам – предвестники преднерестовых скоплений. Как отмечено выше, появление в раннеосенний период созревающих рыб в глубоководной зоне начинается преимущественно с мелкоразмерных самцов, поэтому подходы рыб на нерестилища также могут начинаться с них. В прибрежье северного Приморья преднерестовые скопления наблюдали в середине сентября при нересте в конце сентября–октябре (Колпаков, 1999). Перед нерестом *A. japonicus* располагается мористее нерестилищ. На юге ареала для подходов на икрометание и оплодотворение рыбы используют ночное время, а утром отходят обратно (An et al., 2011).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В целом в апреле–октябре в зал. Петра Великого японский волосозуб *Arctoscopus japonicus* встречается на глубине от 1.5 до 550 м при температуре от –0.2 до 16.5°C. В июле–августе отошедшие от берега сеголетки в отличие от рыб старших возрастов придерживаются мелководных лучше прогретых вод. Они встречаются в основном на глубинах от 20–25 до 55–60 м при температуре 8.4–15.9°C. В сентябре при постепенном выхолаживании шельфовых вод сеголетки распространяются по шельфу, в октябре они проникают как в прибрежную зону, так на глубины свыше 100 м.

На первом году жизни размеры сеголеток и рыб старших возрастных групп не перекрываются. Минимальный размер сеголеток, перешедших к донному образу жизни, в июле составляет 3.5 см, максимальный к концу месяца достигает 6.2 см. На первом году жизни (и, по-видимому, в дальнейшем) в зал. Петра Великого рыбы растут быстрее, чем на севере материковой акватории Японского моря, но медленнее, чем на юге. Созревание части рыб на первом году жизни, характерное для южных популяций, в заливе и на севере Приморья, не наблюдалось.

После зимовки в апреле двухлетки встречались на меньших глубинах отдельно от старших рыб, что позволяет предположить их обособленное обитание и в зимний период. В дальнейшем для них характерно совместное обитание, хотя и прослеживается несколько большее тяготение двухлеток к минимальным глубинам распространения вида, а старших особей – к максимальным.

В мае *A. japonicus* концентрируется на глубинах менее 40 м при температуре выше 3.5°C. При

дальнейшем прогреве воды скопления постепенно смещаются глубже и в июле—августе основная масса старших рыб придерживается глубины 40–60 м, образуя скопления при температуре 3.6–15°C. С началом охлаждения вод в сентябре *A. japonicus* распространяется по шельфу, а в октябре батиметрическое распространение вида составляет 11–550 м. Осенью в нижней части шельфа и верхнем отделе материкового склона при слабopоложительной температуре концентрируются производители, откочевывающие перед предстоящим нерестом глубже, хотя нерест протекает в мелководной зоне. Так как появление созревающих рыб в глубоководной зоне начинается с мелкоразмерных самцов, с них могут начинаться и подходы рыб на нерестилища.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ НОРМ

Все применимые международные, национальные и/или институциональные принципы ухода и использования животных были соблюдены.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают признательность сотрудникам Тихоокеанского филиала ВНИРО (ТИНРО) П.В. Калчугину, С.Ф. Соломатову, А.Н. Вдовину и М.И. Бойко за помощь в сборе данных при траловых работах, а также В.В. Цыгиру за помощь в поиске и интерпретации данных, доступных лишь на японском языке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Амброс А.И. Сельдь (*Clupea harengus pallasi* С. V.) залива Петра Великого. Биологический очерк // Изв. ТИНРО. 1931. Т. 6. 313 с.
- Вдовин А.Н., Измятинский Д.В., Соломатов С.Ф. Основные результаты исследований рыб морского прибрежного комплекса Приморья // Изв. ТИНРО. 2004. Т. 138. С. 168–190.
- Иванов А.Н., Беляев В.А. Рыбные ресурсы эпипелагиали субарктического фронта // Изменчивость состава ихтиофауны, урожайности поколений и методы прогнозирования запасов рыб в северной части Тихого океана. Мин. рыб. хоз-ва СССР. Владивосток: ТИНРО. 1988. С. 84–92.
- Измятинский Д.В. Характеристика ихтиофауны верхней сублиторали залива Петра Великого (Японское море) // Вопр. ихтиологии. 2001. Т. 41. № 6. С. 761–765.
- Калчугин П.В., Вдовин А.Н. Некоторые аспекты внутривидовой дифференциации тихоокеанской сельди (*Clupea pallasi*) в водах Приморья // Изв. ТИНРО. 2000. Т. 127. С. 166–170.
- Колтаков Н.В. Некоторые черты биологии японского волосозуба *Arctoscopus japonicus* из вод северного Приморья // Изв. ТИНРО. 1999. Т. 126. С. 318–326.
- Колтаков Н.В. Рост и продукционные характеристики японского волосозуба *Arctoscopus japonicus* из вод северного Приморья // Изв. ТИНРО. 2004. Т. 138. С. 273–281.
- Линдберг Г.У., Красюкова З.В. Рыбы Японского моря и сопредельных частей Охотского и Желтого морей. 1969. Ч. 3. Л.: Наука. 480 с.
- Минева Т.А. Некоторые данные по биологии волосозуба обыкновенного // Изв. ТИНРО. 1955. Т. 43. С. 195–198.
- Новиков Н.П., Соколовский А.С., Соколовская Т.Г., Яковлев Ю.М. Рыбы Приморья. 2002. Владивосток: Дальрыбвтуз. 552 с.
- Отчет об оценке состояния запасов волосозуба за 2019 год (дайджест). 2020. (<http://abchan.fra.go.jp/>)
- Панченко В.В. Сезонное распределение бычков рода *Muohoscephalus* (Cottidae) в прибрежной зоне залива Петра Великого (Японское море) // Вопр. ихтиологии. 2002. Т. 42. № 1. С. 64–69.
- Парин Н.В., Евсеенко С.А., Васильева Е.Д. Рыбы морей России: аннотированный каталог: Сб. тр. зоол. музея МГУ. М.: Товарищество науч. изд. КМК. 2014. Т. 53. 733 с.
- Сакун О.Ф., Буцкая Н.А. Определение стадий зрелости и изучение половых циклов рыб. Мурманск: Изд-во ПИНРО. 1968. 46 с.
- Соколовская Т.Г., Енур И.В. Особенности раннего онтогенеза японского волосозуба *Arctoscopus japonicus* (Trichodontidae) в северо-западной части Японского моря // Изв. ТИНРО. 2001. Т. 128. С. 761–767.
- Соколовский А.С., Дударев В.А., Соколовская Т.Г., Соломатов С.Ф. Рыбы российских вод Японского моря: аннотированный и иллюстрированный каталог. Владивосток: Дальнаука. 2007. 200 с.
- Соколовский А.С., Соколовская Т.Г., Яковлев Ю.М. Рыбы залива Петра Великого. Владивосток: Дальнаука. 2009. 376 с.
- Федоров В.В., Черешнев И.А., Назаркин М.В. и др. Каталог морских и пресноводных рыб северной части Охотского моря. Владивосток: Дальнаука. 2003. 204 с.
- Фадеев Н.С. Справочник по биологии и промыслу рыб северо-западной части Тихого океана. Владивосток: ТИНРО-Центр. 2005. 366 с.
- Черешнев И.А., Назаркин М.В. О находке японского волосозуба *Arctoscopus japonicus* (Trichodontidae) в районе Тауйской губы Охотского моря // Вопр. ихтиологии. 2002. Т. 42. № 5. С. 710–713.
- Черешнев И.А., Шестаков А.В., Назаркин М.В. Новые данные по биологии японского волосозуба *Arctoscopus japonicus* из Тауйской губы Охотского моря // Вопр. ихтиологии. 2003. Т. 43. № 5. С. 718–720.
- Ширманкина Л.С. Результаты первого этапа исследований по волосозубу японскому в Сахалино-Курильском промысловом районе // Материалы юбилейной науч. конф. Владивосток. 1996. С. 199–200.
- An H.C., Lee K.H., Lee S.I. et al. Behaviour habitats of sailfin sandfish, *Arctoscopus japonicas* approaching toward the

- eastern coastal waters of Korea in the spawning season // J. Fish. Mar. Sci. Educ. 2011. V. 23. № 1. P. 35–42.
- Fishes of Japan with pictorial keys to the species, English edition. Tokai Univ. Press. Tokyo. 2002. 1749 p.
- Komoto R., Kudou H., Takatsu T.* Vertical distribution and feeding habits of Japanese sandfish (*Arctoscopus japonicus*) larvae and juveniles off Akita Prefecture in the Sea of Japan // Aquacult. Sci. 2011. V. 59. № 4. P. 615–630.
- Lee H.W., Kim J.H., Kang Y.J.* Sexual maturation and spawning in the sandfish *Arctoscopus japonicus* in the East Sea of Korea // J. Korean Fish. Soc. V. 39. № 4. 2006. P. 349–356.
- Lee S.I., Yang J.H., Yoon S.C. et al.* Biomass estimation of sailfin sandfish, *Arctoscopus japonicus*, in Korean waters // Korean J. Fish. Aquat. Sci. 2009. V. 42. № 5. P. 487–493.
- Mecklenburg C.W., Mecklenburg T.A., Thorsteinson L.K.* Fishes of Alaska. 2002. Bethesda, MD: Am. Fish. Soc. 1037 p.
- Myoung J.G., Kim J.M., Kim Y.U.* Egg development and morphology of sandfish, *Arctoscopus japonicus* larvae and juveniles reared in the laboratory // J. Korean Fish. Soc. 1989. V. 22. № 3. P. 129–137.
- Nelson J.S.* Fishes of the World. Canada, Edmonton: University of Alberta. 2006. 601 p.
- Okiyama M.* Studies on the population biology of the sandfish, *Arctoscopus japonicus* (Steindachner). Population analysis (preliminary report) // Bull. Jpn. Sea Reg. Fish. Res. Lab. 1970. № 22. P. 59–69.
- Okiyama M.* Contrast in reproductive style between two species of sandfishes (Family Trichodontidae) // Fish. Bull. USA. 1990. V. 88. № 3. P. 543–549.
- Sakuramoto K., Kitahara T., Sugiyama H.* Relationship between temperature and fluctuations in sandfish catch (*Arctoscopus japonicus*) in the coastal waters off Akita Prefecture // ICES J. Mar. Sci. 1997. V. 54. P. 1–12.
- Watanabe K., Sugiyama H., Sugishita S. et al.* Estimation of distribution boundary between two sandfish *Arctoscopus japonicus* stocks in the Sea of Japan off Honshu, Japan using density indices // Bull. Jpn. Soc. Fish. Oceanogr. 2004. V. 68. № 1. P. 27–35.
- Watanabe K., Sugiyama H., Sugishita S. et al.* Estimating and monitoring the stock size of sandfish *Arctoscopus japonicus* in the northern Sea of Japan // Fish. Sci. 2005. № 71. P. 776–783.
- Yang J.H., Lee S.I., Cha H.K. et al.* Age and growth of the sandfish, *Arctoscopus japonicus* in the East Sea of Korea // J. Korean Soc. Fish. Tech. 2008. V. 44. № 4. P. 312–322.
- Yang J.H., Lee S.I., Park K.Y. et al.* Development of artificial spawning seaweeds of the sandfish, *Arctoscopus japonicus* // J. Korean Soc. Fish. Tech. 2009. V. 45. № 4. P. 234–242.
- Yang J.H., Lee S.I., Park K.Y. et al.* Migration and distribution changes of the sandfish, *Arctoscopus japonicus* in the East Sea // J. Korean Soc. Fish. Tech. 2012. V. 48. № 4. P. 401–414.
- Yang J.H., Yoon S.C., Park J.H. et al.* Distribution and migration of larval and juvenile sandfish *Arctoscopus japonicus* in the coastal waters off Gangwondo, Korea // Kor. J. Fish. Aquat. Sci. 2013. V. 46. № 5. P. 649–652.

The Japanese Sandfish *Arctoscopus japonicus* (Steindachner 1881) (Trichodontidae) in Peter the Great Bay (Sea of Japan): Bathymetric Distribution and Some Comments on the Biology

V. V. Panchenko^a and D. V. Antonenko^b

^a*A.V. Zhirmunsky National Scientific Center of Marine Biology, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok 690041, Russia*

^b*Pacific Branch of the Federal State Budget Scientific Institution “Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography”, Vladivostok 690091, Russia*

The studies conducted in April – October showed that Japanese sandfish *Arctoscopus japonicus* occurred in Peter the Great Bay in the near-bottom water layers at a depth of 1.5 to 550 m at a temperature of –0.2 to 16.5°C, but distribution of the species varied during this period significantly. After a period of pelagic development, young fish with a length (FL) from 3.5 cm pass to the benthic mode of life and leave in July the coastal area. In summer, juveniles live at a depth of about 25–55 m, and in autumn, they spread over the shelf. Maturation of some individuals in the first year of life was not observed in the bay, it is typical only for the southern areas of the range. In the warm season, the majority of older fish adhere to the bathymetric range of 40–60 m and adjacent depths. In autumn, before spawners approach the coast for spawning, they descend into deeper waters, penetrate into the lower part of the shelf and onto the continental slope.

Keywords: *Arctoscopus japonicus*, spawning, underyearlings, Peter the Great Bay, Sea of Japan, distribution, size composition, temperature